

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-307936

(43)公開日 平成 6 年(1994)11月 4 日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

G 0 1 J 5/00

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

D 7204-2G

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 14 頁)

(21)出願番号 特願平5-93192

(22)出願日 平成 5 年(1993) 4 月20日

(71)出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町 2 丁目 6 番 3 号

(72)発明者 伊 藤 雅 浩

富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技

術開発本部内

(72)発明者 田 中 富 三 男

富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技

術開発本部内

(72)発明者 杉 浦 雅 人

富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技

術開発本部内

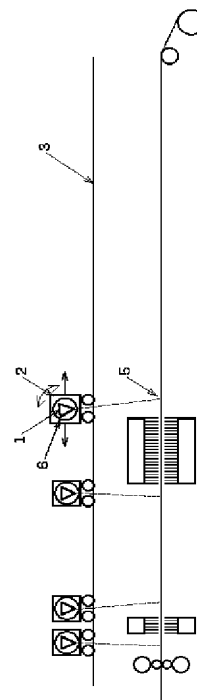
(74)代理人 弁理士 杉 信 興

(54)【発明の名称】 熱延冷却工程における温度計測方法および装置

(57)【要約】

【目的】 熱延冷却工程において鋼帯温度の時間的履歴の制御のために、常に適切な場所における鋼帯温度計測を可能とする。

【構成】 各々の鋼帯の冷却条件に対応して変化する測定地点に、走査型放射温度計を指向または移動せしめるか複数固定設置された走査型放射温度計のなかから適切なものを選択し、該地点において圧延方向に温度計を走査することによって、測温阻害要因を排除し、かつ鋼帯内部の温度分布を考慮して鋼帯温度の測定を行なう。このため温度計測装置には、所要測定地点に走査型放射温度計を指向または移動させるための機構、または複数の走査型放射温度計のなかから適切な地点に設置された温度計を選択する機構を備え、該地点における鋼帯温度を圧延方向に走査して測定するための走査型放射温度計を備える。



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】測定地点に放射温度計を指向または移動させ、該地点における鋼帯温度を測定する；ことを特徴とする熱延冷却工程における温度計測方法。

【請求項2】複数ありうる冷却帯の位置、長さのあらゆる設定条件に対応して各冷却帯入側および出側を計測可能な複数の放射温度計を設置し、該地点における鋼帯温度を測定する；ことを特徴とする熱延冷却工程における温度計測方法。

【請求項3】測定地点に走査型放射温度計を指向または移動させ、該地点における鋼帯温度を圧延方向に走査して測定する；ことを特徴とする熱延冷却工程における温度計測方法。

【請求項4】複数ありうる冷却帯の位置、長さのあらゆる設定条件に対応して各冷却帯入側および出側を計測可能な複数の走査型放射温度計を設置し、該地点における鋼帯温度を圧延方向に走査して測定する；ことを特徴とする熱延冷却工程における温度計測方法。

【請求項5】測定地点に放射温度計を指向または移動させるための機構手段；該地点における鋼帯温度を測定するための放射温度計手段；とを備えることを特徴とする熱延冷却工程における温度計測装置。

【請求項6】複数ありうる冷却帯の位置、長さのあらゆる設定条件に対応して各冷却帯入り側および出側の鋼帯温度を測定するための複数の放射温度計手段；とを備えることを特徴とする熱延冷却工程における温度計測装置。

【請求項7】測定地点に走査型放射温度計を指向または移動させるための機構手段；該地点における鋼帯温度を圧延方向に走査して測定するための走査型放射温度計手段；とを備えることを特徴とする熱延冷却工程における温度計測装置。

【請求項8】複数ありうる冷却帯の位置、長さのあらゆる設定条件に対応して各冷却帯入り側および出側の鋼帯温度を測定するための複数の走査型放射温度計手段；とを備えることを特徴とする熱延冷却工程における温度計測装置。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【産業上の利用分野】本発明は、鉄鋼業の熱延冷却工程における鋼帯温度の計測方法および装置に関する。

**【0002】**

【従来の技術】熱間圧延工程で製造される鋼帯は、転炉における組成成分の調整や、熱間圧延工程中捲取前に施される冷却工程によって適切な熱処理を実現することにより、所望とする強度、靱性等の材質を造り込むことができる。このため熱間圧延工程では、冷却工程における鋼帯の温度を精度良く測定し制御することが必要とされてきた。

【0003】従来は、生産量の増大による生産性の向上

を第一目的とした操業が行われていた背景などから、鋼帯の材質を造り分けるには転炉における組成成分の調整に重点がおかれ、熱間圧延工程中の冷却工程での鋼帯の温度制御は鋼帯捲取地点における鋼帯温度の管理を目的とする、いわゆる捲取温度制御であった。

【0004】熱間圧延工程においては、一般に熱延鋼帯の厚さと通板速度の積（いわゆるマスフロー＝体積速度）がほぼ一定になるように操業が行われる。すなわち、熱間圧延工程の最終段仕上げ圧延機の出側において、仕上板厚が2倍になれば通板速度はほぼ $1/2$ となっている。仕上圧延を終えた熱延鋼帯は、このようにマスフロー一定の法則に基づき、仕上板厚との関係によって定められる通板速度で冷却設備を通過し、所定の温度まで冷却された後、コイラによって捲き取られる。このとき、冷却設備の操業条件を適切に制御することによって、所定の捲取温度を実現するのが捲取温度制御である。

【0005】捲取温度制御における冷却帯の設定について述べる（図1）。同一鋼種で同じ捲取温度を実現する場合を考える。仕上板厚が $k$ 倍になると、水却帯の長さ $L$ が一定であっても通板速度が $1/k$ となることから冷却時間が $k$ 倍となり、冷却帯の冷却水量（熱伝達率 $\alpha$ ）を特に操作しなくても冷却帯出口の鋼帯温度、ひいては捲取温度をほぼ同一に制御することができる。このように、捲取地点における鋼板温度の計測、管理が主目的である捲取温度制御では、基本的には図1に示した考え方によって圧延機最終段出側の鋼帯温度や熱延冷却工程中の冷却帯間の鋼帯温度、ひいては捲取地点における鋼板温度を、固定された放射温度計を用いて計測し、各冷却帯を管理すれば目的が達せられていた。

【0006】例えば、文献「熱間圧延における新捲取温度制御技術の開発、川崎製鉄技報、Vol.22, No.1, pp.12-18 (1990)」に記載された例では、捲取温度以外にも熱延仕上温度、および、熱延冷却工程中に設けられた2点での鋼帯温度、の計4点での温度測定値を用いて捲取温度制御を行っているが、いずれも固定点に温度計が設置されており、最終目標は捲取温度制御であるのが特徴である。

【0007】また、“熱延鋼材の温度制御技術”について特開昭64-62206号公報に記載された例では、冷却設備の各バンク毎の温度降下量を逐次最小二乗法を駆使して推定学習し、各バンク毎の冷却能力の経時変化および劣化変動を考慮して冷却媒体の供給制御を行うことを特徴としているが、鋼帯温度の計測、制御という観点からは、熱延仕上圧延機出口と鋼帯捲き取り位置の固定された2地点に温度計を設置し、これらの温度測定値をもとに熱延鋼材の温度を、捲き取りに適した目標温度までに正確に冷却することが目的となっており、やはり捲取温度制御である。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】多鋼種、多様なサイズの鋼帯を少量でも効率よく生産しなければならない近年の要求から、転炉で組成成分を調整された1チャージの溶鋼から、材質や形状の異なる鋼帯を何種類かに造り分ける必要が生じている。したがって、熱間圧延工程中の冷却工程における熱処理の重要性が増し、捲取温度制御にとどまらず冶金学的な知見に基づいた鋼帯の冷却過程を制御することを目的とする、いわゆる鋼帯温度履歴制御が求められている。本発明は、この鋼帯温度の履歴制御に関するものである。

【0009】図1を参照して述べた捲取温度制御のように、冷却帯の冷却水量を特に操作せずに冷却帯出口の鋼帯温度がほぼ一定に制御できた場合でも、鋼帯温度の時間的履歴は異なっている。所定の鋼帯材質を冷却工程で造り込む場合、捲取温度制御では不十分であり、鋼帯温度の時間的履歴を制御することが必要となる。このことを冶金学的に述べる(図2)。

【0010】図2は、ある炭素鋼の連続冷却変態線図(continuous cooling transformation diagram=C.C.T.線図)である。図2の例では、同じ組織成分の鋼帯であっても、冷却過程における鋼帯温度の時間的履歴が異なると、硬さの異なる鋼帯が造り込まれることを示している。例えば、初期温度900[°C]の鋼帯を2通りのパターンで冷却する場合を考える。

【0011】  
 900[°C]:0[sec] → 830[°C]:1500[sec] → 700[°C]:4000[sec] → 400[°C]:10000[sec] → 50[°C]:15000[sec]  
 900[°C]:0[sec] → 800[°C]:8[sec] → 680[°C]:25[sec] → 630[°C]:35[sec] → 400[°C]:80[sec] → 50[°C]:400[sec]。

【0012】図2は、仕上圧延が終了した、組成成分が同一の熱延鋼板であっても、冷却パターンの場合ではビッカース硬さHVが125の鋼帯が造り込まれ、冷却パターンの場合ではHVが173の鋼帯が造り込まれることを示している。図2の横軸は時間軸であって、冷却工程で制御すべき温度履歴は時間軸で定められたものである。このような鋼帯温度の時間的履歴の制御は、図1の考え方に基づく従来の捲取温度制御では実現できないものである。

【0013】熱間圧延工程中の冷却工程における温度制御で制御すべきものは、造り込む鋼帯に求められる材質を実現する上で冶金学に基づき与えられる鋼帯温度の時間的履歴であり、すなわち時間の関数としての鋼帯温度および冷却速度である。この鋼帯温度の時間履歴の計測、制御を実現することが本発明が解決しようとする課題である。

【0014】鋼帯温度の時間履歴を制御する(以後、温度履歴制御と呼ぶ)場合においても、熱延鋼帯の仕上板厚と通板速度の積(マスフロー=体積速度)がほぼ一定

となる操業が行われる。従来の捲取温度制御では、図1に示したように仕上板厚が変化したとしても冷却水量をほぼ同一にしておくだけで冷却帯出口の鋼帯温度、ひいては捲取地点における鋼帯温度、をほぼ同一に制御できていたが、温度履歴制御を実現するには仕上板厚がk倍になれば冷却帯の冷却能力をほぼk倍に強化するとともに冷却時間を同一にするために冷却帯の長さも $1/k$ 倍に制御する必要がある。すなわち、鋼種が異なれば、また同じ鋼種の鋼帯を製造する場合であっても鋼帯の仕上板厚が異なれば、冷却帯の位置、長さおよび冷却水量などが変化する。鋼帯の温度履歴を制御するには、変化する各冷却帯区間の入側、出側の鋼帯温度を計測することが必要となり、したがって鋼種や仕上板厚などの通板条件に応じて計測すべき地点が変化することになる。

【0015】さらに、各冷却帯区間の出側では、冷却帯における冷却過程によって鋼帯内部には厚さ方向に温度差が生じ、出口直後では鋼帯表面温度と鋼帯内部の温度には違いがある。温度履歴制御を行うために、変化する温度測定地点における鋼帯の温度を測定するとき、各冷却帯出口直後では鋼帯表面温度が復熱する挙動をふまえて鋼帯温度の計測を行う必要がある。本発明の請求項1、請求項2、請求項5および請求項6は、鋼帯の温度履歴制御を実現するために、常に適切な地点における鋼帯温度を、鋼帯の復熱挙動をふまえて測定をすることを可能とするための温度計測方法および装置を提供するためのものである。

【0016】また、各冷却帯区間の直前、直後では、該冷却帯からの水飛沫や板上水などの测温環境阻害要因によって、鋼帯温度を正確に測定することができない。温度履歴制御を行うために、変化する温度測定地点における鋼帯の温度を測定するとき、测温阻害要因などを排除し、各冷却帯出口直後では鋼帯表面温度が復熱する挙動をふまえて鋼帯温度の計測を行う必要がある。本発明の請求項3、請求項4、請求項7および請求項8は、鋼帯の温度履歴制御を実現するために、常に適切な地点における鋼帯温度を、测温阻害要因を排除し、かつ鋼帯の復熱挙動をふまえて測定をすることを可能とするための温度計測方法および装置を提供するためのものである。

【0017】  
 【課題を解決するための手段】本発明の請求項1に基づく温度計測方法では、各々の鋼帯の冷却条件に対応した測定地点に放射温度計を指向または移動せしめ、該地点における鋼帯温度を放射温度計を用いて測定する。また、本発明の請求項5に基づく温度計測装置には、測定地点に放射温度計を指向または移動させるための機構と、該地点における鋼帯温度を測定するための放射温度計とを用いる。

【0018】本発明の請求項2に基づく温度計測方法では、複数ありうる冷却帯の位置、長さのあらゆる設定条件に対応して各冷却帯入側および出側を計測可能な複数

の放射温度計を設置し、該地点における鋼帯温度を測定する。また、本発明の請求項6に基づく温度計測装置には、複数ありうる冷却帯の位置、長さのあらゆる設定条件に対応して各冷却帯の入側および出側の鋼帯温度を計測するための複数の放射温度計機構を用いる。

【0019】本発明の請求項3に基づく温度計測方法では、各々の鋼帯の冷却条件に対応した測定地点に走査型放射温度計を指向または移動せしめ、圧延方向に放射温度計を走査することによって鋼帯温度を測定する。また、本発明の請求項7に基づく温度計測装置には、測定地点に走査型放射温度計を指向または移動させるための機構と、該地点における鋼帯温度を測定するための走査型放射温度計とを用いる。

【0020】本発明の請求項4に基づく温度計測方法では、複数ありうる冷却帯の位置、長さのあらゆる設定条件に対応して各冷却帯入側および出側を計測可能な複数の走査型放射温度計を設置し、該地点における鋼帯温度を圧延方向に走査して測定する。また、本発明の請求項8に基づく温度計測装置には、複数ありうる冷却帯の位置、長さのあらゆる設定条件に対応して各冷却帯の入側および出側の鋼帯温度を計測するための複数の走査型放射温度計機構を用いる。

【0021】

【作用】および

【実施例】図3は、図1で述べたように熱延冷却工程において鋼帯の材質を造り込む上で温度履歴制御を行う3つの代表的鋼種について、実現すべき温度履歴を例として示したものである。A鋼種は、圧延終了直後に900℃から500℃まで、冷却速度70℃/秒で約4秒間急速冷却される必要がある。B鋼種は、圧延終了後5秒間空冷された後、850℃から冷却速度30℃/秒で約20秒間冷却される必要がある。C鋼種は、圧延終了直後に800℃から冷却速度20℃/秒で700℃まで約4秒間急速冷却され、約15秒間空冷された後、再び冷却速度30℃/秒で400℃まで約9秒間急速冷却される必要がある。造り込む鋼種が異なれば制御すべき温度履歴は異なり、冷却帯の位置、長さ（以後、冷却帯区間と呼ぶ）および冷却水量は鋼種に応じて設定されなければならない。

【0022】図4は、同じC鋼種であっても仕上板厚が異なる鋼帯の温度履歴制御を実現する場合に、設定されるべき冷却帯区間および冷却帯における水冷の熱伝達係数を、マスフロー一定の法則により決定される通板速度条件とともに示したものである。図4に示した各条件は、冶金学的な知見をもとにした鋼帯の伝熱解析や冷却実験などからあらかじめ求めることができる。例えば、板厚2.6mmの鋼帯に対しては、圧延終了地点からの距離で8mから25mまでが第1の冷却帯となり、鋼帯上下面それぞれの熱伝達係数は200kcal/m<sup>2</sup>hr℃で冷却される。また、112mから162mまでが第2の冷

却帯で、鋼帯上下面それぞれの熱伝達係数は400kcal/m<sup>2</sup>hr℃で冷却される。通板速度は370m/minである。

【0023】この場合は、第1冷却帯の入り側および出側の2測定地点（例えば距離6mおよび27m）と、第2冷却帯の入り側および出側の2測定地点（例えば距離110mおよび164m）とで温度計測を行うことが、所望の温度履歴制御を行う上で必要となる。また例えば、板厚6mmの鋼帯に対しては、圧延終了地点からの距離で4mから10mまでが第1の冷却帯となり、鋼帯上下面それぞれの熱伝達係数は680kcal/m<sup>2</sup>hr℃で冷却される。また、49mから70mまでが第2の冷却帯で、鋼帯上下面それぞれの熱伝達係数は1050kcal/m<sup>2</sup>hr℃で冷却される。通板速度は152m/minである。この場合は、第1冷却帯の入り側および出側の2測定地点（例えば距離2mおよび12m）と、第2冷却帯の入り側および出側の2測定地点（例えば距離47mおよび72m）とで温度計測を行うことが所望の温度履歴制御を行う上で必要となる。

【0024】図5は、同一鋼種を熱延冷却工程で造り込む場合であっても板厚などの通板条件が変化すれば測温すべき地点が変化することを示している。図5は、前述した板厚2.6mmそして6mmのC鋼種の鋼帯を製造する場合の冷却帯区間および水冷の熱伝達係数設定値、鋼帯温度を測定すべき地点をそれぞれ示したものである。C鋼種の場合、第1および第2の冷却帯設定領域以外の冷却設備は水冷を停止している。鋼帯の温度履歴制御を行う場合、冷却帯区間の前後の鋼帯温度を測定することが必要である。

【0025】このように温度履歴制御を実現する場合は、鋼種や仕上板厚によって変化する冷却帯区間に対応して、常に適切な測定地点に温度計を指向あるいは移動せしめて鋼帯温度計測をおこない制御する必要がある。

【0026】図6は、各冷却帯出側における鋼帯表面温度の復熱挙動例を示したものである。冷却帯における冷却過程によって鋼帯内部には厚さ方向に温度差が生じ、鋼帯が冷却帯を出た後、鋼帯表面温度が復熱し鋼帯が均温化する。したがって、鋼帯の各冷却帯出口直後では、鋼帯表面温度と鋼帯内部の温度には違いがある。温度履歴制御を行うために、変化する温度測定地点における鋼帯の温度を測定するとき、各冷却帯出口直後では鋼帯表面温度が復熱する挙動をふまえて鋼帯温度の計測を行う必要がある。

【0027】次に冷却帯区間を出た直後に鋼帯温度を測定する場合に問題とされる鋼帯の板厚方向の温度差について述べる。

【0028】板厚が厚い鋼帯を急速に冷却する場合、冷却帯を出た直後の鋼帯には板厚方向に温度差が生じ、空冷区間で復熱し、やがて均温化する。放射温度計で測定できる温度は鋼帯表面の温度であり、板厚が厚い場合、

測定地点によっては測定結果と鋼帯内部の温度は異なるものとなる。従来のように固定された測定地点における温度計測では、測定結果にあらかじめ板厚方向の熱伝導解析や冷却実験などから求めておいた鋼帯内部温度推定モデルなどを用いて、測温地点の鋼帯温度を評価する必要がある。しかし、鋼帯内部の温度分布は変態による発熱現象などが複雑に関係し、様々な鋼種や板厚の条件などの通板条件に対応し得る推定モデルを構築することは困難である。構築し得たとしても固定された測温地点の測定結果を用いる限り、数多くの推定モデルを使い分けることになり、複雑な測温システムとなることは避けられない。本発明に基づく温度計測方法および装置では、鋼帯内部の変態発熱を考慮した上で多様な鋼種や板厚などの通板条件に対応できる測温システムを構築することができる。

【0029】図3で示した、仕上板厚が異なるC鋼種の温度履歴制御を実現する上で設定されるべき冷却帯区間および冷却帯における水冷の熱伝達係数を考慮した上で、第1冷却帯出口直後における鋼帯内部板厚方向の温度差を鋼帯内部の伝熱解析によって求めた結果を、板厚方向の温度差の一例として図7に示す。図7では、温度差を鋼帯表面と鋼帯内部板厚方向の平均温度で評価し、伝熱解析には変態による発熱も考慮している。横軸の測温位置とは、冷却条件に応じて変化する第1冷却帯区間の出口からの距離である。変化する第1冷却帯区間に応じて測定地点を変化させ、第1冷却帯の出口3mの地点で測温する場合を考える。板厚が厚くなると冷却帯直後(0m)での温度差は大きくなるが、マスフロー一定の法則により通板速度が遅くなるため、測定地点(3m)に至るまでの時間が長くなり、鋼帯内部の復熱挙動すなわち均温化が進み、図7の例では板厚が11mmまでは温度差は5℃以内である。マスフロー一定の法則により板厚に応じて通板速度が変化するとき、100℃/sec程度の急速な冷却の直後であっても、均温化する位置は冷却帯出口後3m程度である。放射測温における測温誤差を考えれば、この地点での測温結果を鋼帯内部の平均温度とすることは妥当である。本発明の請求項1および請求項3による温度計測方法および装置により、変化する冷却帯区間に応じて測定地点を適切に指向または移動し、均温化する地点で測温を行えば鋼帯内部の温度推定モデルを鋼種や通板条件に応じて構築してこれらを使い分けることなく、鋼帯の温度を精度よく測定することができる。冷却帯区間出側で均温化する地点は、図7で例示したように鋼帯内部の伝熱解析を行ってあらかじめ与えておいても良いし、冷却実験などの、より経験的に得られている地点を与えても良い。

【0030】図8は、本発明の請求項1に基づく方法により放射温度計を所定の温度測定地点に指向あるいは移動せしめて測定するための方法を示したフローチャートである。すなわち熱間圧延の命令がなされると、鋼帯の

冷却条件が入力され冷却帯区間および鋼板の温度が均温化する位置としての温度測定位置が与えられる。つぎに、各放射温度計がそれぞれの温度測定位置へ指向または移動せしめられた後、温度測定が実施され適宜制御用のコンピュータ等へ測定温度データ転送が行われ測定が終了し、再び次の熱延命令を待つ。以上の作業は適宜単数あるいは複数のコンピュータを介して情報通信、処理を行い放射温度計、およびその指向または移動機構を動作せしめて実現することが可能である。

【0031】図9および図10は、本発明の請求項5に基づく熱延冷却工程における温度計測装置を4台設置した場合の具体例を示したものである。図9は、熱延冷却工程に沿って敷設されたレール3上に放射温度計を所定の測定地点まで移動せしめるための走行機構2が4台設置せられ、各走行機構上に備えられた放射温度計1が、各測定地点5における鋼帯温度を計測する。この場合ではレール3と走行機構2が放射温度計移動機構を構成し、放射温度計1と組み合わされて本発明による温度計測装置を構成する。走行機構には上位コンピュータから与えられる測定地点の位置情報を受信して、指定された位置まで移動するための機能が必要なのは言うまでもない。

【0032】図10は、熱延冷却工程に沿って4基の放射温度計指向機構4が固定設置され、各指向機構上に備えられた放射温度計1が、各測定地点5に指向せしめられて鋼帯温度を計測する。この場合では、放射温度計指向機構4と放射温度計1が組み合わされて本発明による温度計測装置を構成する。指向機構には、上位コンピュータから与えられる測定地点の位置情報を受信して、指定された位置に放射温度計を指向させるための機能が必要なのは言うまでもない。この場合は指向機構は固定設置でよい。設置位置は鋼帯厚さ等の変化による冷却帯位置の変化を勘案して、冷却帯前後位置となりうる領域を効果的に見渡せる位置に、かつ放射温度計は該領域を効果的に指向せしめられる高さに設置すればよい。

【0033】以上、本発明の請求項1および請求項5の作用および実施例について述べた。以後、本発明の請求項2および請求項6の作用および実施例について述べる。

【0034】図11は、本発明の請求項2の方法により、変化する冷却帯区間に対応した適切な地点における放射温度計を複数固定設置されたもののなかから選択し、鋼帯温度の時間履歴を測定する方法を示したフローチャートである。熱間圧延の命令がなされると、鋼帯の冷却条件が入力され複数ありうる冷却帯区間および鋼板の温度が均温化する位置としての温度測定地点が与えられる。つぎに複数固定設置された放射温度計の中から温度測定地点の放射温度計を選択し、温度測定が実施される。その後、適宜制御用のコンピュータ等へ測定温度データの転送が行われて測定が終了し、再び次の熱延命令

を待つ。以上の作業は適宜単数あるいは複数のコンピュータを介して情報通信、処理を行い、複数の放射温度計のなかから適切な放射温度計を選択し、測定すべき地点の鋼帯温度を測定することによって実現することが可能である。

【0035】図12は、本発明の請求項6に基づく熱延冷却工程における温度計測装置を4台設置した場合の具体例を示したものである。熱延冷却工程に沿って設置された複数の放射温度計のなかから、温度計選択演算装置7によって変化する各冷却帯区間に対応した測温すべき位置、すなわち使用すべき放射温度計を選択する。該放射温度計1によって各測定地点5における鋼帯温度を測定する。

【0036】以上、本発明の請求項2および請求項6の作用および実施例について述べた。以後、本発明の請求項3および請求項7の作用および実施例について述べる。

【0037】図13は、変化する冷却帯区間入側における鋼帯温度の測定結果例を示したものである。例えば各冷却帯区間入側直前では、該冷却帯からの水飛沫や板上水などの測温環境阻害要因によって鋼帯温度を正確に測定することができない。温度履歴制御を行うために変化する温度測定地点における鋼帯温度を測定するとき、測温環境阻害要因は排除して測温しなければならない。このとき、冷却帯区間入側へ指向または移動した走査型放射温度計が、圧延方向に走査して鋼帯温度を測定することができれば、測温環境阻害要因を排除することができる。各冷却帯区間出側直後の測定地点でも同様であることは言うまでもない。

【0038】また、変化する冷却帯区間出口での温度測定地点において圧延方向に放射温度計を走査して鋼帯温度を測定することができれば、図7に示した鋼帯内部の伝熱解析結果や冷却実験などにより経験的に得られている均温化地点の情報だけでなく、図6に示すように走査領域中の最高温度（鋼帯表面温度）を示す地点を均温化地点とし、均温化地点情報を補正し、より正確に鋼帯温度を求めることができる。この作用を図14に示す。

【0039】図15は、本発明の請求項3の方法により走査型放射温度計を所定の温度測定地点に指向あるいは移動せしめ、圧延方向に走査して鋼帯温度を測定するための方法を示したフローチャートである。すなわち熱間圧延の命令がなされると、鋼帯の冷却条件が入力され冷却帯区間および走査型放射温度計を指向あるいは移動せしめる位置が与えられる。つぎに各走査型放射温度計がそれぞれの温度測定位置へ指向または移動せしめられた後、圧延方向に放射温度計を走査し、測温阻害要因を排除し、鋼帯内部が均温化した地点で温度測定が実施される。そのあと適宜制御用のコンピュータ等へ測定温度データ転送が行われ測定が終了し、再び次の熱延命令を待つ。以上の作業は適宜単数あるいは複数のコンピュータ

を介して情報通信、処理を行い、走査型放射温度計およびその指向または移動機構を動作せしめて実現することが可能である。

【0040】図16および図17は、本発明の請求項7に基づく熱延冷却工程における温度計測装置を4台設置した場合の具体例を示したものである。熱延冷却工程に沿って敷設されたレール3上に放射温度計を所定の測定地点まで移動せしめるための走行機構2が4台設置せられ、各走行機構上に備えられた放射温度計1が各測定地点5へ移動し鋼帯温度を計測する。このとき放射温度計圧延方向走査機構6によって放射温度計を、計測結果をみながら圧延方向に走査し、鋼板内部が均温化した地点で測定を行い鋼帯温度を決定する。この場合ではレール3と走行機構2が放射温度計移動機構を、放射温度計1と放射温度計圧延方向走査機構6が走査型放射温度計を構成し、両者が組み合わされて本発明による温度計測装置を構成する。走行機構には上位コンピュータから与えられる測定地点の位置情報を受信して、指定された位置まで移動するための機能が必要なのは言うまでもない。また、放射温度計圧延方向走査機構には所定の測定地点における圧延方向走査域の鋼帯温度測定結果や図7のようにあらかじめ得られた知見をもとに上位コンピュータから与えられる適切な走査位置情報を受信して、指定された位置を走査しうる機能が必要なのは言うまでもない。

【0041】図17は、熱延冷却工程に沿って4基の放射温度計指向機構4が固定設置され、各指向機構上に備えられた放射温度計1が各測定地点5に指向せしめられて鋼帯温度を計測する。このとき放射温度計圧延方向走査機構6によって放射温度計を、計測結果をみながら圧延方向に走査し、測温阻害要因を排除し、鋼板内部が均温化した地点で測定を行い鋼帯温度を決定する。この場合では放射温度計1と放射温度計圧延方向走査機構6が走査型放射温度計を構成し、放射温度計指向機構4と組み合わされて本発明による温度計測装置を構成する。放射温度計指向機構4に放射温度計圧延方向走査機構6の機能をもたせることもできる。放射温度計指向機構には上位コンピュータから与えられる測定地点の位置情報を受信して、指定された位置に放射温度計を指向させるための機能が必要なのは言うまでもない。この場合は、指向機構は固定設置でよい。設置位置は鋼帯厚さ等の変化による冷却帯位置の変化を勘案して、冷却帯前後位置となりうる領域を効果的に見渡せる位置に、かつ放射温度計は該領域を効果的に指向せしめられる高さに設置すればよい。

【0042】以上、本発明の請求項3および請求項7の作用および実施例について述べた。以後、本発明の請求項4および請求項8の作用および実施例について述べる。

【0043】図18は、本発明の請求項4の方法によ

り、変化する冷却帯区間に対応した適切な地点における放射温度計を複数のなかから選択し、圧延方向に走査して鋼帯温度の時間履歴を測定する方法を示したフローチャートである。すなわち熱間圧延の命令がなされると、鋼帯の冷却条件が入力され、複数ありうる冷却帯区間および鋼板の温度が均温化する位置としての温度測定地点が与えられる。つぎに複数固定設置された放射温度計の中から温度測定地点の放射温度計を選択し、圧延方向に走査して鋼板温度の測定が実施される。その後、適宜制御用のコンピュータ等へ測定温度データの転送が行われて測定が終了し、再び次の熱延命令を待つ。以上の作業は適宜単数あるいは複数のコンピュータを介して情報通信、処理を行い、複数の走査型放射温度計のなかから適切な温度計を選択し、圧延方向に走査して均温化した鋼帯温度を測定することによって実現することが可能である。図19は、本発明の請求項8に基づく熱延冷却工程における温度計測装置の具体例を示したものである。熱延冷却工程に沿って設置された複数の走査型放射温度計のなかから、温度計選択演算装置7によって変化する各冷却帯区間に対応した測温すべき位置、すなわち使用すべき放射温度計を選択する。そして該放射温度計1を圧延方向に走査し、測温阻害要因を排除し、鋼帯が均温化した測定地点5における鋼帯温度を測定する。この場合では、放射温度計1と放射温度計圧延方向操作機構6が走査型放射温度計を構成する。

【0044】このように本発明による温度測定方法、および温度測定装置を利用すれば、温度履歴制御を実現するうえで必要な、冷却帯区間前後の鋼帯温度をその位置

従来法と本発明の測定可能項目の比較

鋼板板厚			2.6mm		6mm	
測定手法			本発明	従来法	本発明	従来法
測定項目	第1冷却帯	入側温度	○	△	○	△
		出側温度	○	×	○	×
		冷却速度	○	×	○	×
	第2冷却帯	入側温度	○	×	○	×
		出側温度	○	×	○	×
		冷却速度	○	×	○	×

○：測定可能，△：近似的に測定可能，×：測定不可

【0047】表1から明らかなように、本発明による温度測定方法および装置を用いた場合では、第1冷却帯入り側温度、同出側温度、同冷却速度、第2冷却帯入り側温度、同出側温度、同冷却速度の必要項目が漏れなく測定可能であるのに対し、従来法の固定式放射温度計を用いた場合では、仕上げ温度測定値をもって第1冷却帯入り側温度と近似的に代替可能である以外は、鋼帯板厚の

変化に関わらず、測温阻害要因を排除し、さらに冷却帯直後においては鋼帯内部の板厚方向に生じる温度差を考慮した上で均温化した温度を常に測定することが可能となる。このとき、従来からも固定点測定が行われていた圧延終了直後地点での温度（圧延仕上げ温度）や捲取機地点での温度（捲取温度）の測定値も有効に活用して温度履歴制御精度を向上させてもよいことは言うまでもない。さらに、本発明による温度測定装置を実現するためには上記の4具体例に示したもの以外にも種々の放射温度計指向機構、移動機構、走査機構が利用可能であることは言うまでもない。

【0045】表1は、圧延終了直後地点から捲取機までの長さが180mである熱延冷却工程において、前述のC鋼種の2.6mmおよび6mmの板厚の鋼帯を温度履歴制御するにあたって、従来の捲取温度制御に対応した固定式放射温度計4台を用いた場合と、本発明に基づく温度測定装置4台を用いた場合の測定可能項目の比較をしめたものである。従来法では4台の固定式放射温度計のうち2台を仕上げ温度計測および捲取温度計測用に固定設置し、2台の放射温度計を圧延終了直後地点からそれぞれ60mおよび120m地点に固定設置する。本発明に基づく温度測定装置は前述した通り、第1、第2の冷却帯の前後位置に常に放射温度計を指向または移動せしめて鋼帯温度計測を実施する。表中の記号は、○は測定可能、△は近似的に測定可能、×は測定不可を示している。

【0046】

【表1】

変化による冷却帯位置の変化に追従して測定できないため極めて不十分な測定しかできないことがわかる。

【0048】

【発明の効果】本発明による温度計測方法および温度計測装置を利用すれば、鋼板温度の時間履歴制御を実現するために不可欠な鋼帯温度計測が可能となり、製品鋼帯の品質管理、歩留まり向上、操業安定化に及ぼす効果は

計り知れないものがある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 熱間圧延工程中の冷却工程における、捲取温度制御の対象となる冷却帯を示す側面図である。

【図2】 ある炭素鋼の連続冷却変態線図である。

【図3】 代表的鋼種の温度履歴を示すグラフである。

【図4】 温度履歴制御する場合の冷却帯区間と冷却帯における水冷の熱伝達係数および通板速度の一例を示すグラフである。

【図5】 温度履歴制御する場合の冷却帯区間と測温位置を示すグラフである。

【図6】 各冷却帯出側における鋼帯温度の復熱挙動を示すグラフであり、横軸は冷却帯からの進行距離である。

【図7】 鋼帯内部板厚方向の温度差を示すグラフであり、横軸は冷却帯出口からの進行距離である。

【図8】 本発明の請求項1に規定する方法の一実施態様を示すフローチャートである。

【図9】 本発明の請求項5に規定する温度計測装置の一態様を示すブロック図である。

【図10】 本発明の請求項5に規定する温度計測装置のもう1つの態様を示すブロック図である。

【図11】 本発明の請求項2に規定する方法の一実施態様を示すフローチャートである。

【図12】 本発明の請求項6に規定する温度計測装置

の一態様を示すブロック図である。

【図13】 冷却帯入側における鋼帯温度の測定結果の一例を示すグラフであり、横軸は位置を示す。

【図14】 冷却帯出側における鋼帯温度の復熱挙動と測定結果の一例を示すグラフであり、横軸は位置を示す。

【図15】 本発明の請求項3に規定する方法の一実施態様を示すフローチャートである。

【図16】 本発明の請求項7に規定する温度計測装置の一態様を示すブロック図である。

【図17】 本発明の請求項7に規定する温度計測装置のもう1つの態様を示すブロック図である。

【図18】 本発明の請求項4に規定する方法の一実施態様を示すフローチャートである。

【図19】 本発明の請求項8に規定する温度計測装置の一態様を示すブロック図である。

【符号の説明】

1：放射温度計

2：走行機

構

3：レール

4：放射温

度計指向機構

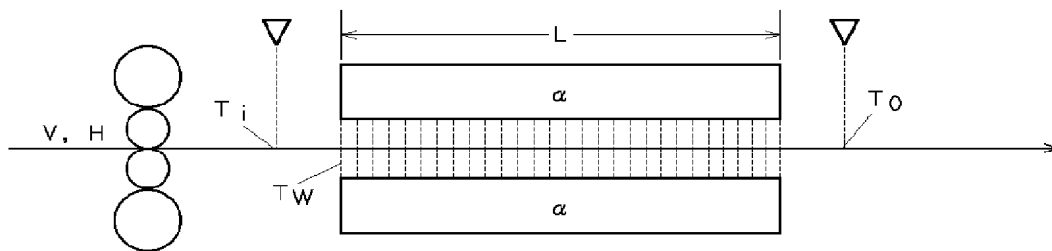
5：測定地点

6：放射温

度計圧延方向走査機構

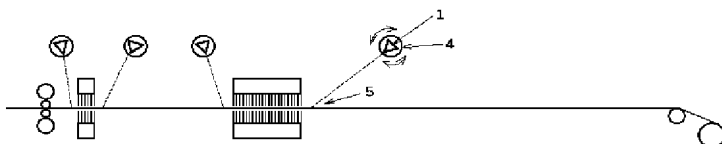
7：温度計選択演算装置

【図1】



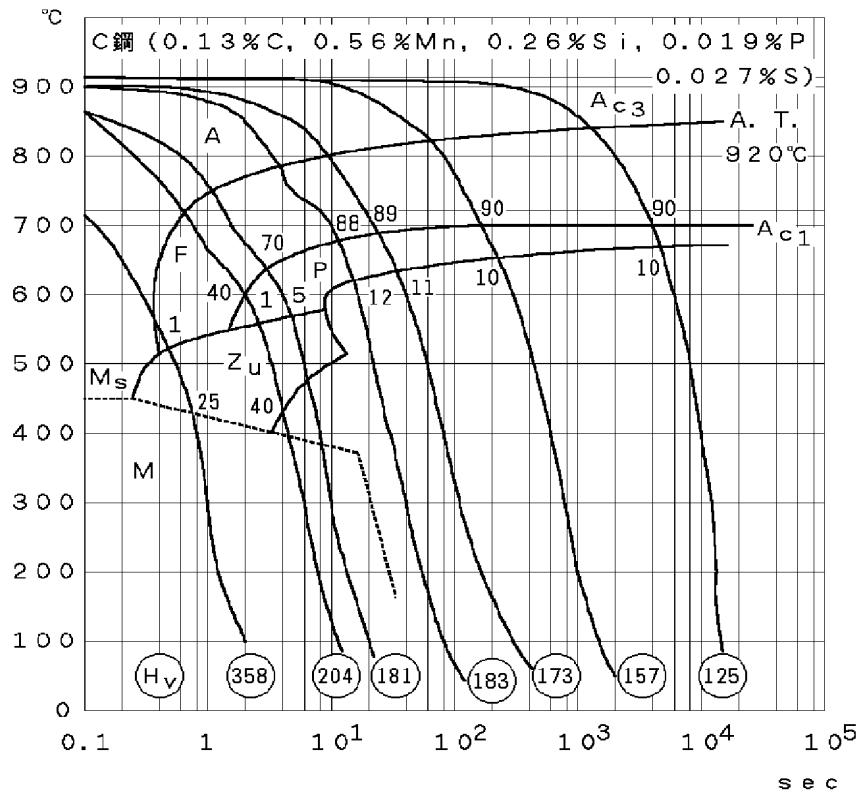
板厚	通板速度	冷却時間	抜熱量	熱容量	温度冷却幅	水冷ゾーン出口温度
H	V	$L/V$	$\alpha \cdot L/V$	$H \cdot L$	$\alpha / (H \cdot V)$	$T_0$ ; 一定
$k \cdot H$	$V/k$	$k \cdot L/V$	$k \cdot \alpha \cdot L/V$	$k \cdot H \cdot L$	$\alpha / (H \cdot V)$	

【図10】

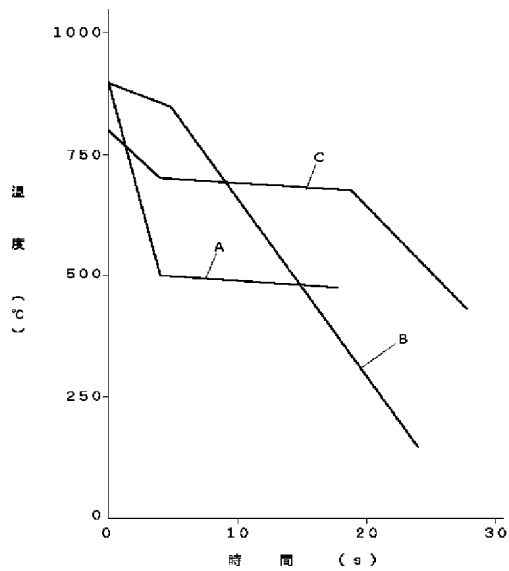




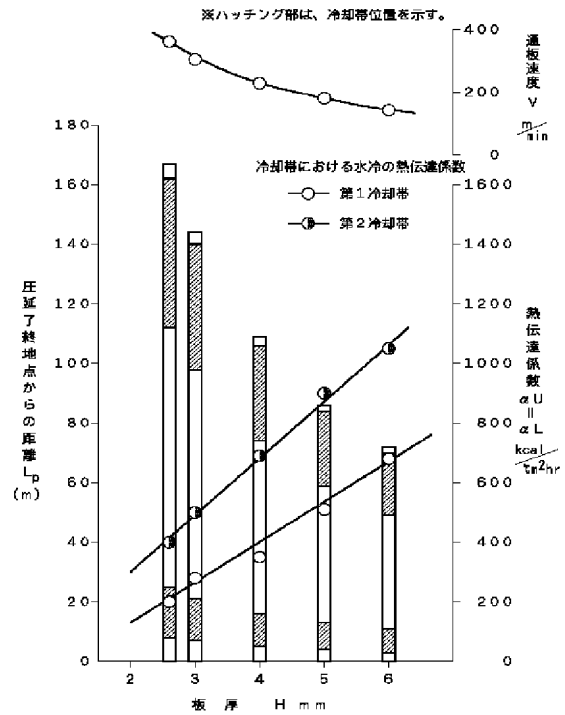
【図2】



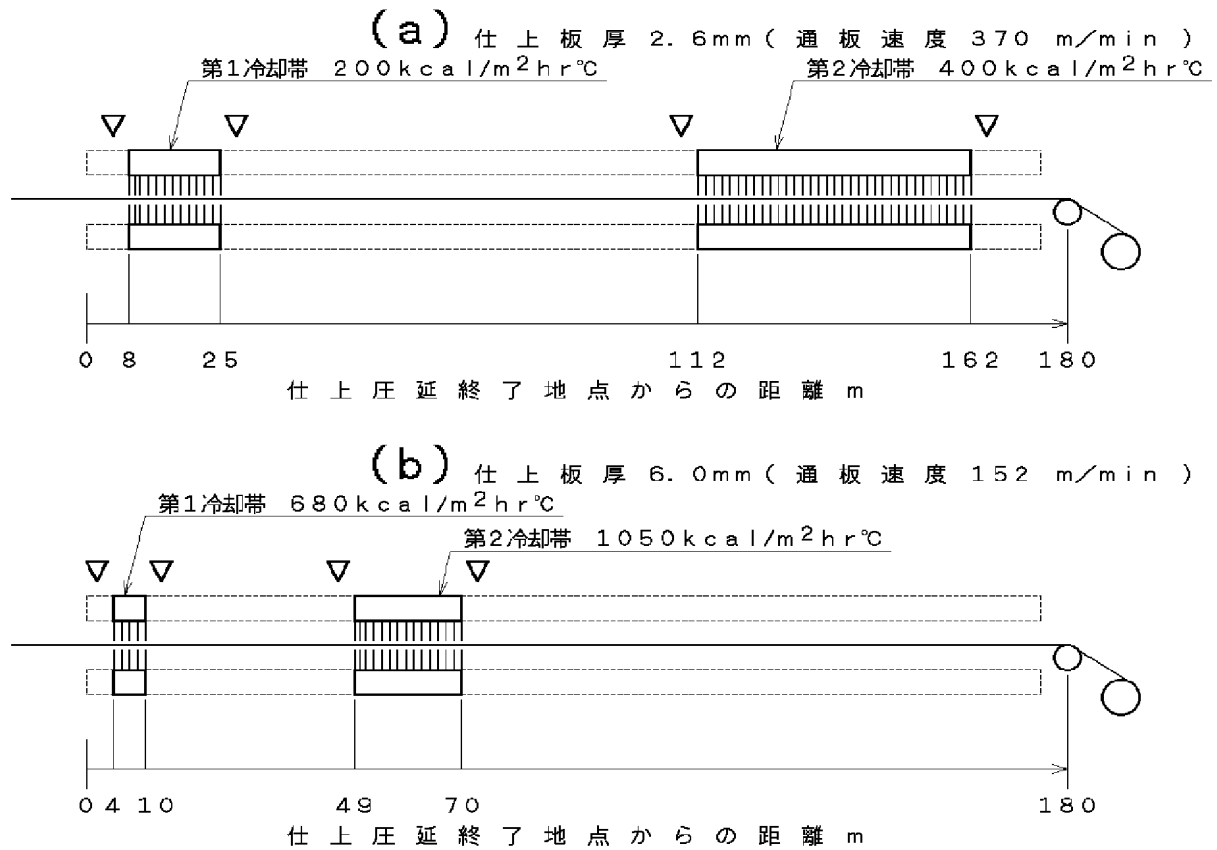
【図3】



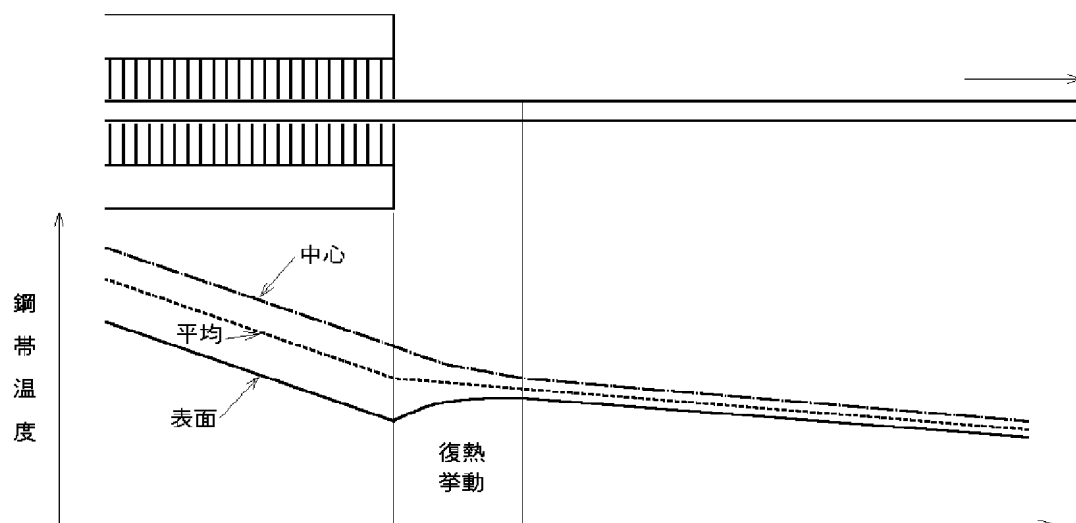
【図4】



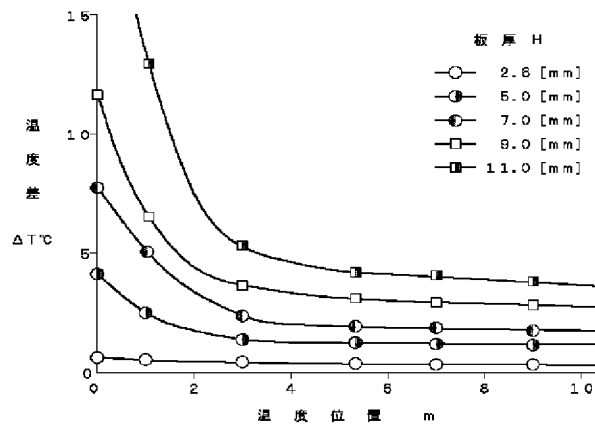
【図5】



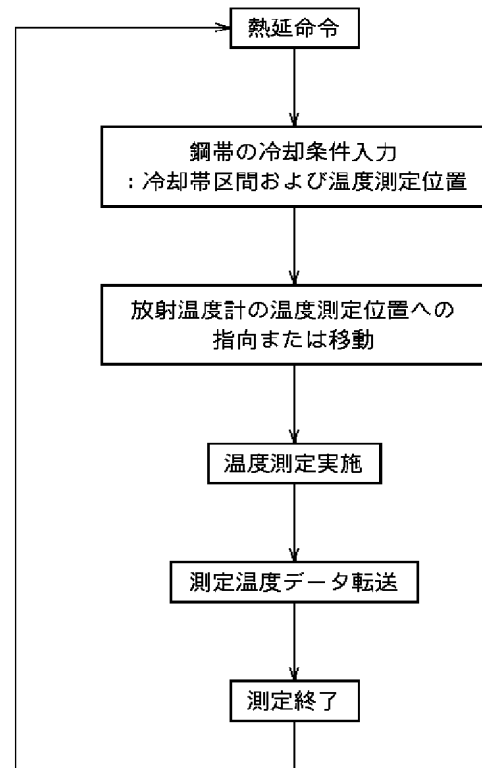
【図6】



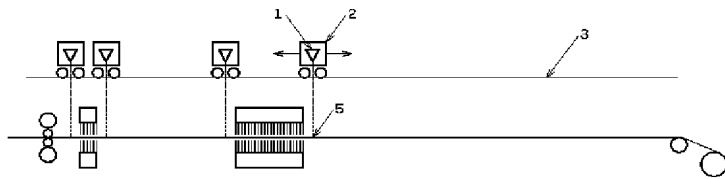
【図7】



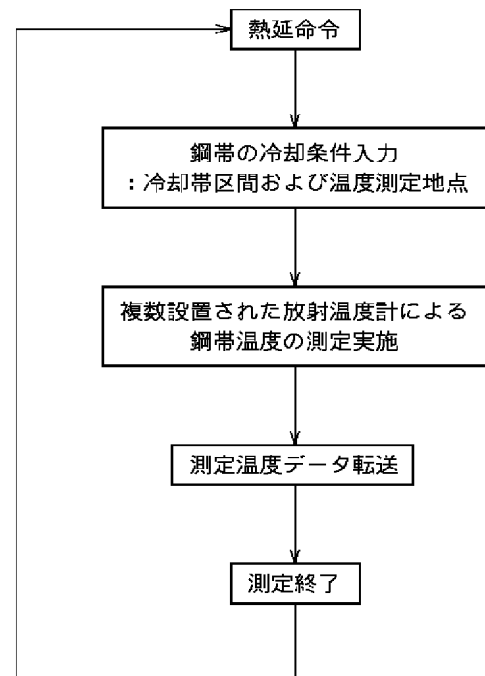
【図8】



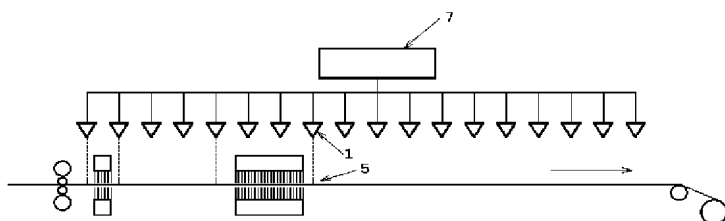
【図9】



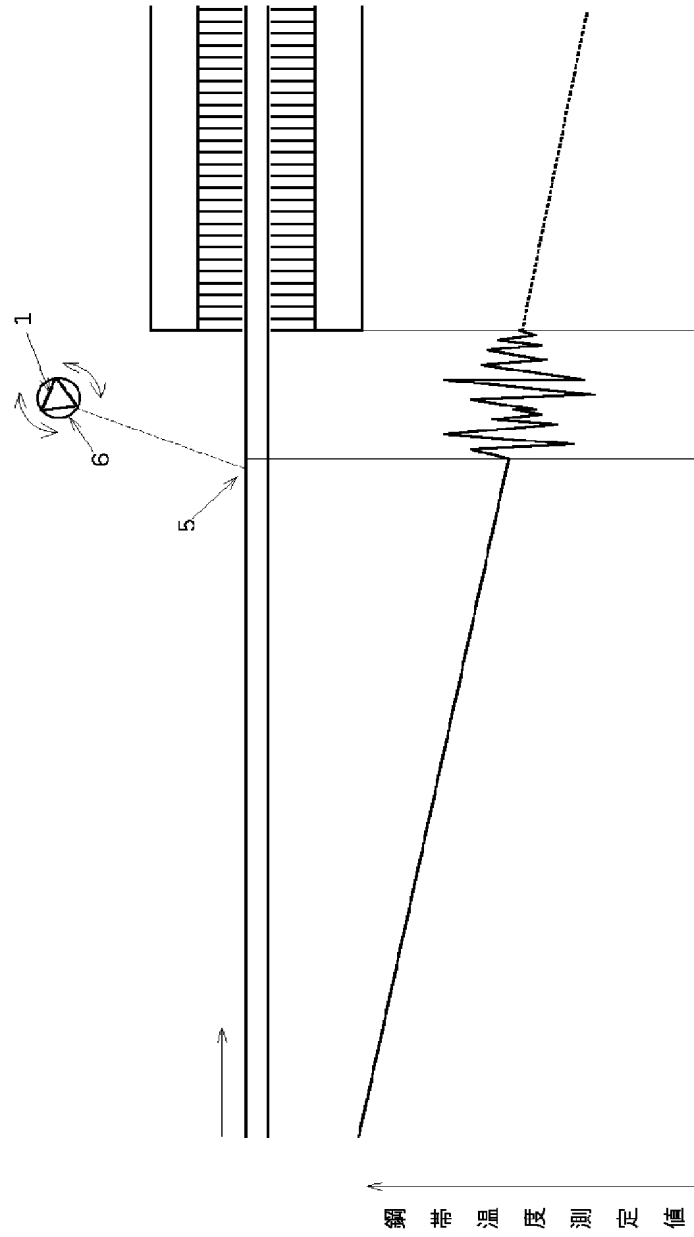
【図11】



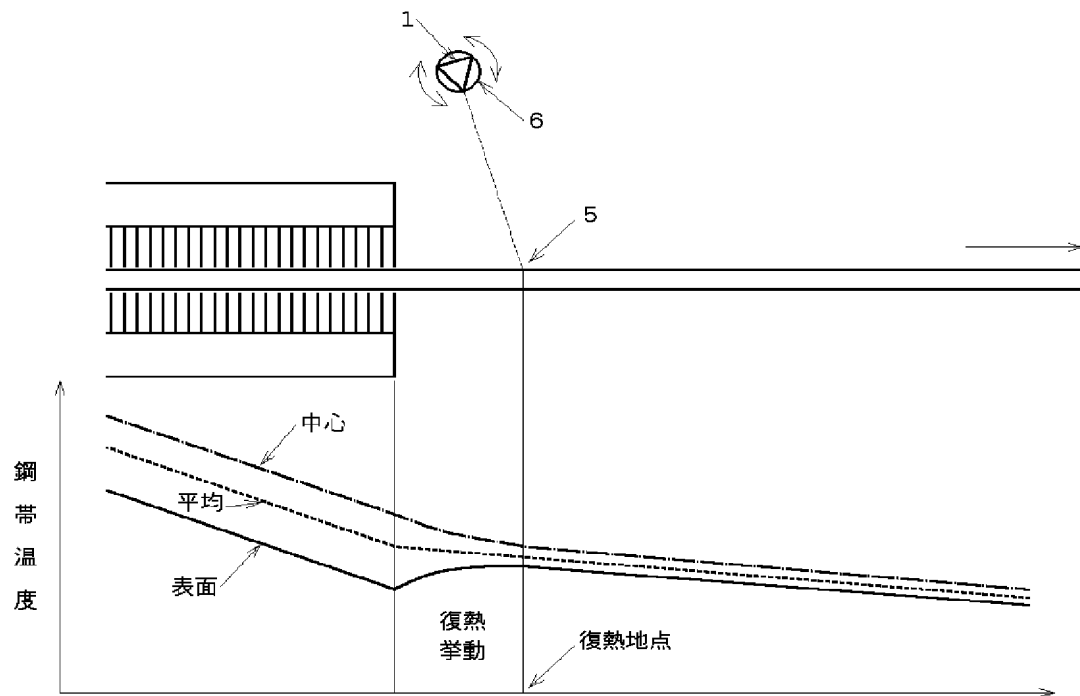
【図12】



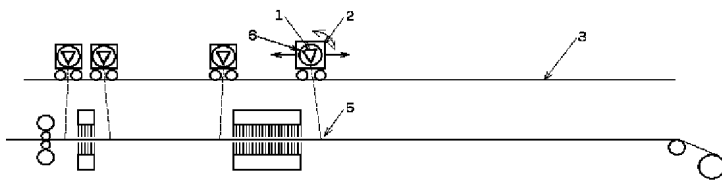
【例 13】



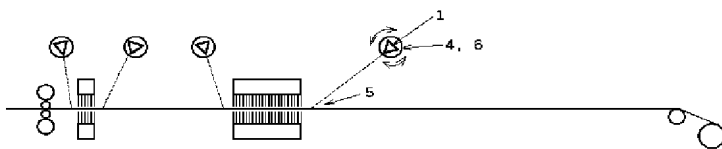
【圖14】



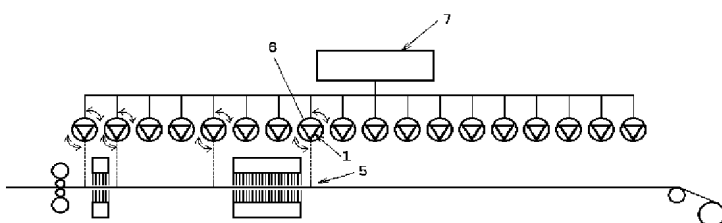
【圖16】



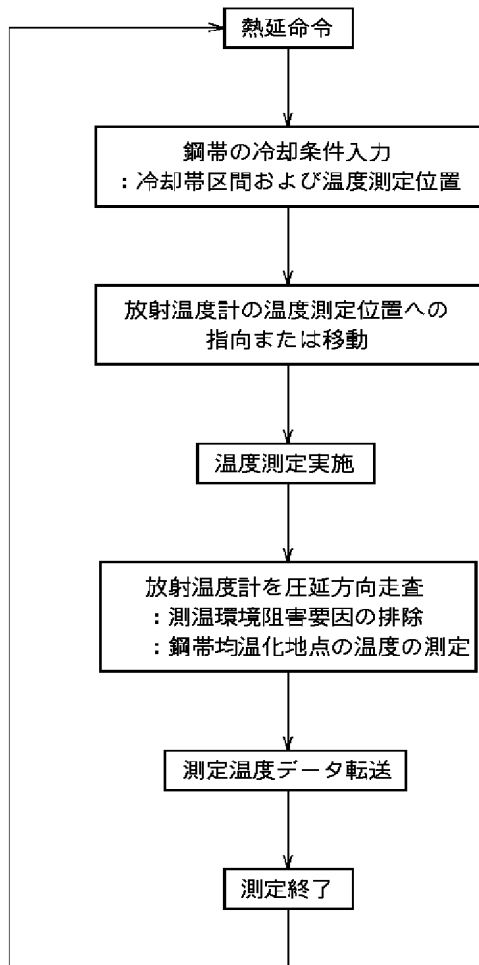
【圖17】



【圖19】



【図15】



【図18】

